

Jani Peltoniemi

Kuljetinosuuden modernisointi ja energiatehokkuuden parantaminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Automaatiotekniikka

Insinöörityö

28.4.2016

Tekijä(t) Otsikko Sivumäärä Aika	Jani Peltoniemi Kuljetinosuuden modernisointi ja energiatehokkuuden parantaminen 22 sivua + 6 liitettä 28.4.2016
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Automaatiotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	
Ohjaaja(t)	Työnjohtaja Tapio Syvälähde Lehtori Kai Virta
<p>Opinnäytetyön aiheena oli kartoittaa tölkkituotantolinjan yhden kuljetinosuuden nykytilanne ja tähän pohjautuen suunnitella yhteistyössä SEW-Eurodrive Oy:n kanssa uusi, energiatehokkaampi toteutus. Kuljetinosuudella on 19 vaihdemoottoria, joista 12 moottoria ohjataan taajuusmuuttajilla ja 7 moottoria kontaktoreilla. Teoriaosuudessa on perehdytty laitteiden tämän hetken haasteisiin ja pyritty selvittämään, mitä hyötyjä sekä säästöjä käyttöjen modernisoinnilla mahdollisesti saavutettaisiin.</p> <p>Opinnäytetyö tehtiin Oy Sinebrychoff Ab:n Keravan tehtaalle konesarjalle 420. KS420 on tuotantolinja, joka täyttää ja pakkaa tölkkejä. Tölkistä nautittavien alkoholi- ja virvoitusjuomatuotteiden määrä on viimeisen 10 vuoden aikana noussut merkittävästi. Tämä tarkoittaa linjan olevan tuotannossa viitenä päivänä viikossa, 24 tuntia vuorokaudessa. Tästä syystä on erittäin tärkeää, että konesarjan jokainen lenkki toimii moitteettomasti eikä ylimääräisiä katkoksia synny laiterikkojen takia.</p> <p>Työssä vertaillaan kahta eri SEW-Eurodrive Oy:n tarjoamaa toteutusvaihtoehtoa vanhan linjan modernisoimiseksi. Ensimmäinen vaihtoehto on uudenlainen MOVIGEAR-käyttö ja toisessa vaihtoehdossa käsitellään kierukkavaihdemoottoria, jota ohjataan taajuusmuuttajalla eli on vastaavanlainen kuin nykyinen toteutus.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena saatiin kustannusarviot molemmista toteutuksista sekä laskelmat mahdollisista vuosittaisista sähköenergian säästöistä. Päätös kuljetinosuuden modernisoinnista tuloksiin pohjautuen jää yrityksen vastuulle.</p>	
Avainsanat	MOVIGEAR, energiansäästö, hyötysuhde, vaihdemoottori

Author(s) Title	Jani Peltoniemi Conveyor Modernization and Increase of Energy Efficiency
Number of Pages Date	22 pages + 6 appendices 28 April 2016
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Automation Engineering
Specialisation option	
Instructor(s)	Tapio Syvälähde, Supervisor Kai Virta, Senior Lecturer
<p>The goal of this thesis was to determine the status of the conveyor in a can production line and, based on the results, to plan modern and energy efficient implementation in co-operation with SEW-Eurodrive Oy. The conveyor consists of 19 gearmotors, 12 of which are controlled by frequency converter and 7 by relay. The theory part of the thesis is focused on of the benefits and savings that can be achieved with conveyor modernization.</p> <p>The thesis was carried out for Oy Sinebrychoff Ab's brewery in Kerava for the can line 420. Can line 420 is a production line which fills and packs cans. In the last 10 years the consumption of canned beverages has increased significantly. The line is in production five days a week 24 hours a day. For this reason it is very important that every single loop in the chain works perfectly and no downtime occurs because of the breakdowns in production.</p> <p>In this thesis, two different implementation options are offered by SEW-Eurodrive Oy. The first option is a new generation MOVIGEAR and the second option is similar to the existing system, except there is a more efficient gearmotor.</p> <p>Estimated costs and energy saving values of both implementations were calculated as a result of study. The company may utilize the results of the study, to make a decision should the project be fulfilled.</p>	
Keywords	MOVIGEAR, energy saving, efficiency of electric motor, gearmotor

Sisällys

Lyhenteet

Alkusanat	1
1 Johdanto	2
2 Oy Sinebrychoff Ab	3
3 Kuljetinosuuden nykytilanne	5
3.1 Sähkömoottorit	5
3.2 Taajuusmuuttajat	6
3.3 Kustannukset	8
4 Sähkömoottoreiden hyötysuhdeluokat	9
4.1 IEC	9
4.2 IE-hyötysuhdeluokat	10
4.3 Vaiheittainen käyttöönotto	11
5 SEW-Eurodriven tarjoamat toteutukset	11
5.1 MOVIGEAR	12
5.1.1 Laitteisto	12
5.1.2 Hyödyt vanhaan toteutukseen verrattuna	13
5.1.3 Kustannukset	15
5.2 Kierukkavaihdemoottori ja taajuusmuuttaja	15
5.2.1 Laitteisto	15
5.2.2 Hyödyt vanhaan toteutukseen verrattuna	16
5.2.3 Kustannukset	17
6 Päätelmät ja pohdinnat	18
Lähteet	22

Liitteet

Liite 1. Nykyisten käyttöjen perustiedot

Liite 2. Alueen pohjapiirustus

Liite 3. MOVIGEAR MGFAS2-DSM-DSC-B/ECR

Liite 4. Taajuusmuuttaja MC07B0008-5A3-4-00

Liite 5. Kierukkavaihdemoottori SF57 DRN80M4/TF/C

Liite 6. Compact controller DHF41B/OMC41B-T0/UOH21B

Lyhenteet

KS	Konesarja. Tuotantolinja, joka koostuu esimerkiksi purkajasta, täyttökoneesta, pakkaajasta ja lavaajasta.
PLC	Programmable Logic Controller. Logiikka, jota käytetään automaatioprosessien ohjauksessa.
IEC	International Electrotechnical Commission. Kansainvälinen sähköalan standardointiorganisaatio.
IEx	International Efficiency. Sähkösäätömoottoreiden hyötysuhdeluokitus ilmoitetaan IE-luokkina.
ISO	International Standards Organization. Kansainvälinen standardointijärjestö.
IPxx	Ingress Protection. Euroopassa käytettävä järjestelmä sähkölaitteiden ja laitekoteloiden tiiviyyden määrittämiseksi.

Alkusanat

Haluan kiittää ohjaajaani Tapio Syvälähdettä erityisesti kärsivällisyydestä sekä pyyteet-
tömästä opastuksesta ja neuvonannosta työn kaikissa vaiheissa. Lisäksi kiitos SEW-Eu-
rodrive Oy:n Pasi Valtaselle sekä Esko Nurmikarille.

1 Johdanto

Tämä työ tehdään Sinebrychoff Supply Company Oy:lle (jatkossa Sinebrychoff tai yritys). Työssä käsitellään kuljetinosuutta, joka on suunniteltu yli 20 vuotta sitten KS420-tölkki-linjalle vastaamaan sen ajan tuotantotarvetta. Linjan muita laitteita on uusittu ja tölkki-tuotteiden kasvavasta kysynnästä johtuen myös linjan tuotantonopeuksia on jouduttu kasvattamaan. Kuljetinosuuden kierukkavaihdemoottorit ja niiden ohjaus eivät enää vastaa tämän päivän tarpeita. Linjan modernisointi myös näiden laitteiden osalta toisi toimintavarmuutta ja energiatehokkuutta.

Täyttöhallissa on yhteensä seitsemän eri tuotantolinjaa. Linjat on nimetty numeraalisesti konesarjasta 410 konesarjaan 470 asti seuraavalla tavalla:

- KS410, joka täyttää 0,33 litran tölkkejä.
- KS420, joka täyttää 0,33 – 0,568 litran tölkkejä.
- KS440, joka täyttää 0,33 ja 0,35 litran kiertolasipulloja.
- KS442, joka täyttää 0,33 litran kertalasipulloja.
- KS450, joka täyttää 0,33 – 0,95 litran kertamuovipulloja.
- KS460, joka täyttää 30 litran ravintola-astioita.
- KS470, joka täyttää 1,25 – 2 litran kertamuovipulloja.

Opinnäytetyön alueeksi on rajattu tölkkituotantolinjan KS420 tray-pakkaajan jälkeinen kuljetinosuus pakettijakajalle saakka. Tämän osuuden alueella on 19 kulmavaihdemoottoria, joista 12:ta ohjataan taajuusmuuttajilla ja seitsemää moottoria kontaktoreilla. Työssä on otettu huomioon, että tällä hetkellä käytössä olevat moottorit ovat ikääntyneitä ja tästä johtuen alttiimpia vikaantumiselle.

Työn tarkoituksena on suunnitella mahdollisimman energiatehokas toteutus alueen kuljettimille yhteistyössä SEW-Eurodrive Oy:n kanssa.

Suurin osa kaikkien konesarjojen sähkömoottoreista on kierukkavaihdemoottoreita, joten vaikka työssä keskitytään vain yhteen kuljetinosuuteen, on työn tuloksena saadut tiedot mahdollista hyödyntää laajemmin koko tehtaan alueella.

2 Oy Sinebrychoff Ab

Oy Sinebrychoff Ab on aloittanut toimintansa vuonna 1819. Se on Pohjoismaiden vanhin panimo sekä Suomen vanhin elintarvikealan yritys. Yrityksen perustaja oli Nikolai Sinebrychoff, joka huusi itselleen yksinoikeuden oluen myyntiin ja valmistukseen Helsingissä. Oikeus astui voimaan 13.10.1819, ja tätä päivää pidetään nykyisin suomalaisen oluen päivänä. Saman vuoden puolella Nikolai Sinebrychoff hankki maata kaupunkialueen laidalta Hietalahdesta, jossa panimotoimintaa oli aina vuoteen 1992 saakka. Vuonna 1992 uusi tehdas valmistui ja panimotoiminta on siitä lähtien jatkunut Keravalla. Nykyinen tehdas on toiminnaltaan yksi Euroopan moderneimmista panimoista. Yritys valmistaa tunnettujen brändien juomia, joita ovat muun muassa Coca-Cola, KOFF, Karhu, Golden Cap, BonAqua sekä Battery. Sinebrychoff on Suomen juomaliiketoiminnan markkinajohdaja noin 47:n % markkinaosuudella. Taulukossa 1 on esitelty yhtiön avainlukuja. [1; 2.]

Taulukko 1. Sinebrychoffin avainluvut vuonna 2014. [1;2.]

Henkilöstö	718 työntekijää
Kokonaistuotanto	389 miljoonaa litraa
Liikevaihto	342 miljoonaa euroa

Vuonna 2000 Sinebrychoffista tuli osa suurempaa Carlsberg-konsernia. Carlsberg on maailman 4. suurin panimo ja sen pääkonttori sijaitsee Kööpenhaminassa. Yhtiön on perustanut J. C. Jacobsen vuonna 1847. Yritys toimii yli 150 markkina-alueella työllistäen noin 40 000 työntekijää lähestulkoon sadassa eri panimossa. Carlsbergin tärkein tuotemerkki on Carlsberg-olut. Muita yrityksen kansainvälisesti tunnettuja olutmerkkejä ovat mm. Kronenbourg, Tuborg ja Baltika. Taulukossa 2 on esitelty yhtiön avainlukuja. [1; 2.]

Taulukko 2. Carlsbergin avainluvut vuonna 2014. [1;2.]

Henkilöstö	noin 40 000 työntekijää
Kokonaistuotanto	15,7 miljardia litraa
Liikevaihto	8,7 miljardia euroa
Liiketulos	1,2 miljardia euroa

Sinebrychoffin tuotantolaitos on yksi maailman moderneimmista panimoista. Kansainvälisissä vertailuissa Sinebrychoffilla on pienimmät vesi-, energia- ja sähkönkulutus juomalitraa kohden. Keravan tehdas sai ensimmäisenä panimona Suomessa ISO 9001 ja ISO 14001 -standardit. Osana suurta kansainvälistä konsernia Sinebrychoffilla on jatkuvasti käytössään alan paras tietämys. Samoin toiset Carlsberg-panimot hyötyvät Sinebrychoffin osaamisesta. [2.]

3 Kuljetinosuuden nykytilanne

3.1 Sähkömoottorit

Työhön on rajattu KS420 vanhan tray-pakkaajan jälkeinen kuljetinosuus. Kuljetinosuudella on 19 sähkömoottorikäyttöä, joista 12:ta ohjataan taajuusmuuttajilla ja loput seitsemän ovat kontaktori-ohjattuja. Kaikkien moottoreiden voimanvälitys tapahtuu kierukavaihteen avulla (Kuva 1). Kaikki tällä osuudella käytössä olevat moottorit ovat yli 20 vuotta vanhoja, joten ne ovat lähestymässä elinkaarensa loppupuolta. Näiden vikaantumistaajuus kasvaa vuosien myötä ja tuotantolaitoksissa jokainen tuotantokatkos on liian kallis. Katkokset on minimoitava, aiheutuvat ne sitten konerikosta, ulkopuolisesta tekijästä tai inhimillisestä virheestä. Uusi vaihde moottori maksaa noin 3-10 % siitä summasta, jonka tuotantolaitos laskennallisesti häviää linjan ollessa pysähdyksissä yhden tunnin ajan moottoririkon takia.



Kuva 1. Sähkömoottori kierukavaihteella, laitepositio K131-TK50-M1.

Työssä käsiteltävät moottorit ovat kaikki teholtaan 0,75 kW yhtä lukuun ottamatta, jonka nimellisteho on 0,55 kW. Vaihdelaatikkoja kuljetinosuudella on viidellä eri välityksellä

- 1380/158
- 1400/60
- 1380/116
- 1380/62
- 1360/42.

Kontaktoreilla ohjattujen moottoreiden taajuus on 50 Hz, koska sähkön jakeluverkon taajuus Euroopassa on 50 Hz. Taajuusmuuttajilla ohjattujen moottoreiden taajuudet liikkuvat 50,5 Hz:n ja 84 Hz:n välillä (Liite 2).

3.2 Taajuusmuuttajat

Työalueeseen sisältyvistä sähkömoottoreista 12:ta ohjataan taajuusmuuttajilla. Taajuusmuuttajina tämän kuljetinosuuden ohjauksessa käytetään Danfoss VLT 5000 -taajuusmuuttajia (Kuva 2). Kyseisten taajuusmuuttajien valmistus on lopetettu vuonna 2006 ja käytössä olevat ovat iältään noin 20 vuotta vanhoja. Tämä on yksi peruste, jonka takia yritys on halukas modernisoimaan vanhaa tuotantolinjaa, koska kyseisiä laitteita ei enää valmisteta. Laiterikon sattuessa vian korjaaminen on haasteellisempaa ja korjaaminen vie monesti paljon arvokasta tuotantoaikaa.



Kuva 2. Kaksi Danfoss VLT 5000 -taajuusmuuttajaa, jotka ohjaavat moottoreita K131-TK67-M1 ja K131-TK68-M1.

Taajuusmuuttaja mahdollistaa moottorin vaiheittaisen kiihdyttämisen. Kontaktori-ohjattu sähkömoottori puolestaan lähtee välittömästi käyntiin täydellä teholla. Välitön käynnistys ottaa seitsemänkertaisesti enemmän sähköenergiaa kuin taajuusmuuttajalla hallitusti kiihdytetty moottori. [3.] Lisäksi taajuusmuuttajalla voidaan portaattomasti säätää moottorille syötettävää taajuutta ja siten saadaan tarvittava kierrosnopeus säädettyä kuljettimelle. Kontaktoreilla ohjattujen moottoreiden kierrosnopeuksia taas ei voida säätää muuten kuin vaihdelaatikon välityksiä muuttamalla.

Nykyisessä toteutuksessa taajuusmuuttajat on keskitetty yhteen sähkötilaan. Jokaiselle taajuusmuuttajalle tulee oma tehonsyöttö sekä PLC-ohjaus, ja jokaiselta taajuusmuuttajalta lähtee ohjaus yksittäiselle moottorille. Tätä kutsutaan keskitetyksi asennukseksi. Keskitetyssä asennuksessa joudutaan aina tekemään enemmän kaapelointia kuin hajautetussa asennuksessa.

3.3 Kustannukset

Kuljetinosuuden käyttöaste viiden viikon aikana keskiarvallisesti laskettuna on 250 tuntia. Vuodessa on 52 viikkoa ja jos siitä vähennetään 2 viikkoa, jolloin linja on huollossa, niin tällöin käyttötunteja tulee vuoden aikana 2 500.

Linjalla käytössä olevat moottorit ovat IE1-hyötysuhdeluokan sähkömoottoreita. Lasketaan seuraavaksi nykyisen käytön kokonaishyötysuhde. 0,75 kW:n 4-napaisten IE1-hyötysuhdeluokan sähkömoottoreiden hyötysuhde on noin 0,70. Tähän liitetään vielä kierukkavaihte, jonka hyötysuhde on myös noin 0,65. Kolmas vaikuttava tekijä on taajuusmuuttaja, jonka hyötysuhde on noin 0,95. Kokonaishyötysuhde saadaan kertomalla kaikkien kolmen komponentin hyötysuhteet keskenään. [4.]

$$\eta_k = \eta_m * \eta_v * \eta_t \quad (1)$$

η_k = käytön kokonaishyötysuhde

η_m = sähkömoottorin hyötysuhde = 0,70

η_v = kierukkavaihteen hyötysuhde = 0,65

η_t = taajuusmuuttajan hyötysuhde = 0,95

Näin linjalla olevien käyttöjen kokonaishyötysuhteeksi saadaan 0,43. Tämä tarkoittaa sitä, että 1000 kulutetusta kWh:sta ainoastaan 430 kWh:a saadaan siirrettyä moottorin kautta rullakuljettimille kappaletta liikuttavaksi voimaksi.

Lasketaan seuraavaksi vuoden aikana 19 käytön kuluttama sähköenergia.

$$P_A = t * P_k * n \quad (2)$$

P_A = vuoden kulutus (kWh)

t = tuotantoaika vuodessa (h) = 2500

P_k = käytön keskimääräinen teho (kW) = 0,35

$n = \text{käyttöjen lukumäärä} = 19$

Arvot kaavaan sijoittamalla saadaan työssä käsiteltävän alueen vuoden kulutukseksi 16 625 kWh. Sähkön hinnan ollessa 0,06 € / kWh, vuosikustannus sähköenergian osalta on 997,50 euroa. Yhden käytön vuosikustannus sähköenergian osalta on 52,50 euroa.

Kustannuksissa on huomioitava myös nykyisten sähkömoottoreiden ikä. Toisaalta käytöt ovat vuosien varrella kuolettaneet niiden hankintahinnan moneen kertaan, mutta myös iän myötä niiden kunnossapitokustannukset nousevat. Käyttöjen huoltovälit lyhenevät ja vikaantumistaajuus kasvaa. Kun moottorit ovat alttiimpia vikaantumiselle, tuotantolinjan seisakin minimoimiseksi varastossa tulee olla aina varamoottori rikkoontuneen tilalle. Kuljetinosuuden 19:stä käytöstä on 5 erilaista kokoonpanoa:

- 0,75 kW moottori 1380/158 välityksellä
- 0,75 kW moottori 1400/60 välityksellä
- 0,75 kW moottori 1380/116 välityksellä
- 0,75 kW moottori 1380/62 välityksellä
- 0,55 kW moottori 1360/42 välityksellä.

Viiden erilaisen kokoonpanon varastoylläpito luo yritykselle ylimääräisiä kulueriä. Vaihtoehtona varastoylläpidolle on tilata laitetoimittajalta uusi sähkömoottori kiireellisenä aina laiterikon sattuessa. Tämä toimintamalli kestää kuitenkin nopeimmillaankin 4 tuntia tilauksesta siihen hetkeen kun moottori saapuu tehtaalte. Lisäksi kiireellinen tilaus saattaa joissakin tapauksissa maksaa 50 % normaalia tilausta enemmän. Neljän tunnin tuotantokatko kustantaa noin 120 uuden kierukkavaihdemoottorin verran.

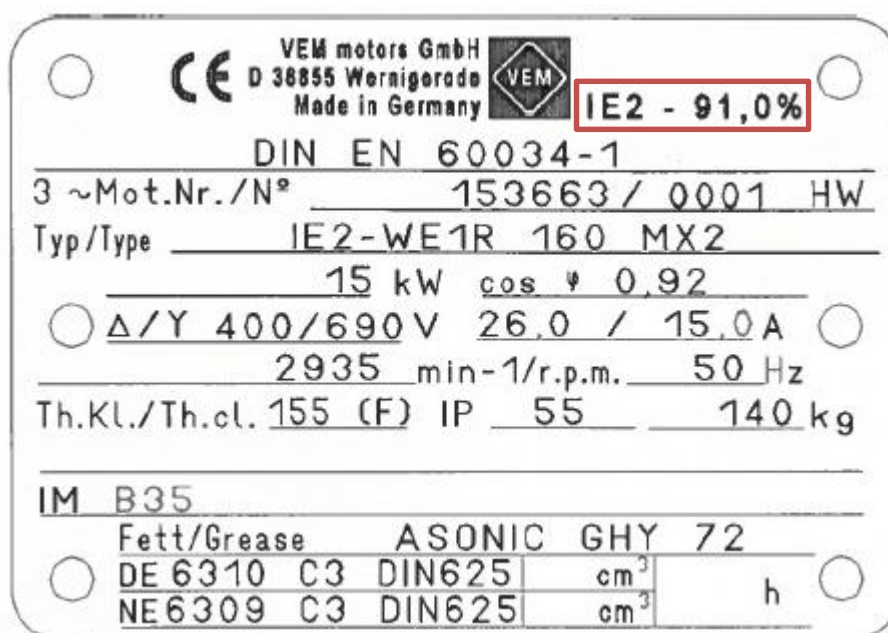
4 Sähkömoottoreiden hyötysuhdeluokat

4.1 IEC

IEC on kansainvälinen sähköalan standardointijärjestö. Vuonna 1906 perustettu IEC toimii yhteistyössä laajemmin tunnetun ISO-järjestön kanssa. Järjestöä voidaan pitää ensimmäisenä kansainvälisenä standardoimisjärjestönä, sillä sähkötekniikka oli ensimmäinen toimiala, jolla tarve yhteisiin määritelmiin huomattiin. [6.]

4.2 IE-hyötysuhdeluokat

Vuonna 2008 lainvoimaiseksi tullut IEC60034-30 -standardi on määritellyt maailmanlaajuisesti uudet hyötysuhdeluokat sähkömoottoreille. Viimeiset sähkömoottorit vanhoilla EFF1- ja EFF2-standardeilla tehtiin helmikuussa vuonna 2010. Tämän jälkeen valmistetuissa sähkömoottoreissa on kaikissa uuden standardin mukainen IE-merkintä tyyppikilvessä (Kuva 3). Kuvan tyyppikilvessä on merkintä IE2 ja 91 %, joka kertoo moottorin hyötysuhteen.



Kuva 3. Sähkömoottorin tyyppikilven uusi hyötysuhdeluokka-merkintä. [8.]

Uusi hyötysuhdeluokitus kattaa kaikki 2-, 4- ja 6-napaiset, tehoalueeltaan 0,75-375 kW, alle 1000 V:n jännitteellä 50 Hz tai 60 Hz:n verkossa toimivat sähkömoottorit. IE-luokkia on standardin mukaan neljä:

- IE1 - Standard efficiency, aiemmin EFF2
- IE2 - High efficiency, aiemmin EFF1
- IE3 - Premium efficiency
- IE4 - Super premium efficiency.

Taulukko 3. IE1-, IE2-, ja IE3-hyötysuhdeluokat. [7.]

kW	HP	IE1 - Standard efficiency						IE2 - High efficiency						IE3 - Premium efficiency					
		2 pole		4 pole		6 pole		2 pole		4 pole		6 pole		2 pole		4 pole		6 pole	
		50 Hz	60 Hz	50 Hz	60 Hz	50 Hz	60 Hz	50 Hz	60 Hz	50 Hz	60 Hz	50 Hz	60 Hz	50 Hz	60 Hz	50 Hz	60 Hz	50 Hz	60 Hz
0.75	1	72.1	77.0	72.1	78.0	70.0	73.0	77.4	75.5	79.6	82.5	75.9	80.0	80.7	77.0	82.5	85.5	78.9	82.5
1.1	1.5	75.0	78.5	75.0	79.0	72.9	75.0	79.6	82.5	81.4	84.0	78.1	85.5	82.7	84.0	84.1	86.5	81.0	87.5
1.5	2	77.2	81.0	77.2	81.5	75.2	77.0	81.3	84.0	82.8	84.0	79.8	86.5	84.2	85.5	85.3	86.5	82.5	88.5
2.2	3	79.7	81.5	79.7	83.0	77.7	78.5	83.2	85.5	84.3	87.5	81.8	87.5	85.9	86.5	86.7	89.5	84.3	89.5
3	4	81.5	-	81.5	-	79.7	-	84.6	-	85.5	-	83.3	-	87.1	-	87.7	-	85.6	-
3.7	5	-	84.5	-	85.0	-	83.5	-	87.5	-	87.5	-	87.5	-	88.5	-	89.5	-	89.5
4	5.5	83.1	-	83.1	-	81.4	-	85.8	-	86.6	-	84.6	-	88.1	-	88.6	-	86.8	-
5.5	7.5	84.7	86.0	84.7	87.0	83.1	85.0	87.0	88.5	87.7	89.5	86.0	89.5	89.2	89.5	89.6	91.7	88.0	91.0
7.5	10	86.0	87.5	86.0	87.5	84.7	86.0	88.1	89.5	88.7	89.5	87.2	89.5	90.1	90.2	90.4	91.7	89.1	91.0
11	15	87.6	87.5	87.6	88.5	86.4	89.0	89.4	90.2	89.8	91.0	88.7	90.2	91.2	91.0	91.4	92.4	90.3	91.7
15	20	88.7	88.5	88.7	89.5	87.7	89.5	90.3	90.2	90.6	91.0	89.7	90.2	91.9	91.0	92.1	93.0	91.2	91.7
18.5	25	89.3	89.5	89.3	90.5	88.6	90.2	90.9	91.0	91.2	92.4	90.4	91.7	92.4	91.7	92.6	93.6	91.7	93.0
22	30	89.9	89.5	89.9	91.0	89.2	91.0	91.3	91.0	91.6	92.4	90.9	91.7	92.7	91.7	93.0	93.6	92.2	93.0
30	40	90.7	90.2	90.7	91.7	90.2	91.7	92.0	91.7	92.3	93.0	91.7	93.0	93.3	92.4	93.6	94.1	92.9	94.1
37	50	91.2	91.5	91.2	92.4	90.8	91.7	92.5	92.4	92.7	93.0	92.2	93.0	93.7	93.0	93.9	94.5	93.3	94.1
45	60	91.7	91.7	91.7	93.0	91.4	91.7	92.9	93.0	93.1	93.6	92.7	93.6	94.0	93.6	94.2	95.0	93.7	94.5
55	75	92.1	92.4	92.1	93.0	91.9	92.1	93.2	93.0	93.5	94.1	93.1	93.6	94.3	93.6	94.6	95.4	94.1	94.5
75	100	92.7	93.0	92.7	93.2	92.6	93.0	93.8	93.6	94.0	94.5	93.7	94.1	94.7	94.1	95.0	95.4	94.6	95.0
90	125	93.0	93.0	93.0	93.2	92.9	93.0	94.1	94.5	94.2	94.5	94.0	94.1	95.0	95.0	95.2	95.4	94.9	95.0
110	150	93.3	93.0	93.3	93.5	93.3	94.1	94.3	94.5	94.5	95.0	94.3	95.0	95.2	95.0	95.4	95.8	95.1	95.8
132	-	93.5	-	93.5	-	93.5	-	94.6	-	94.7	-	94.6	-	95.4	-	95.6	-	95.4	-
150	200	-	94.1	-	94.5	-	94.1	-	95.0	-	95.0	-	95.0	-	95.4	-	96.2	-	95.8
160	-	93.8	-	93.8	-	93.8	-	94.8	-	94.9	-	94.8	-	95.6	-	95.8	-	95.6	-
185	250	-	94.1	-	94.5	-	94.1	-	95.4	-	95.4	-	95.0	-	95.8	-	96.2	-	95.8
200	-	94.0	-	94.0	-	94.0	-	95.0	-	95.1	-	95.0	-	95.8	-	96.0	-	95.8	-
220	300	94.0	94.1	94.0	94.5	94.0	94.1	95.0	95.4	95.1	95.4	95.0	95.0	95.8	95.8	96.0	96.2	95.8	95.8
250	350	94.0	94.1	94.0	94.5	94.0	94.1	95.0	95.4	95.1	95.4	95.0	95.0	95.8	95.8	96.0	96.2	95.8	95.8
300	400	94.0	94.1	94.0	94.5	94.0	94.1	95.0	95.4	95.1	95.4	95.0	95.0	95.8	95.8	96.0	96.2	95.8	95.8
330	450	94.0	94.1	94.0	94.5	94.0	94.1	95.0	95.4	95.1	95.4	95.0	95.0	95.8	95.8	96.0	96.2	95.8	95.8
375	500	94.0	94.1	94.0	94.5	94.0	94.1	95.0	95.4	95.1	95.4	95.0	95.0	95.8	95.8	96.0	96.2	95.8	95.8

Eri sähkömoottorivalmistajat tekevät jo IE4-luokan moottoreita, mutta ei ole vielä lain-säädäntöä, joka vaatisi moottorilta korkeimman luokan hyötysuhteen.

4.3 Vaiheittainen käyttöönotto

EU-direktiivin 640/2009 mukaisesti siirtymä on kolmivaiheinen. Ensimmäisessä vaiheessa, joka tuli lainvoimaiseksi 16.6.2011, kaikkien käyttöönotettavien sähkömoottoreiden tuli olla vähintään IE2-luokan moottoreita. Toisessa vaiheessa, 1.1.2015 lähtien, kaikkien käyttöönotettavien moottoreiden tuli ja tulee olla vähintään IE3-hyväksyttyjä. IE2-luokan moottorit hyväksytään jos ne ovat taajuusmuuttajilla ohjattuja. Toisessa vaiheessa direktiivi käsittää kaikki 7,5-375 kW:n sähkömoottorit. 1.1.2017 alkavassa kolmannessa vaiheessa tehoalue laajentuu vastaamaan 0,75-375 kW:n sähkömoottoreita.

5 SEW-Eurodriven tarjoamat toteutukset

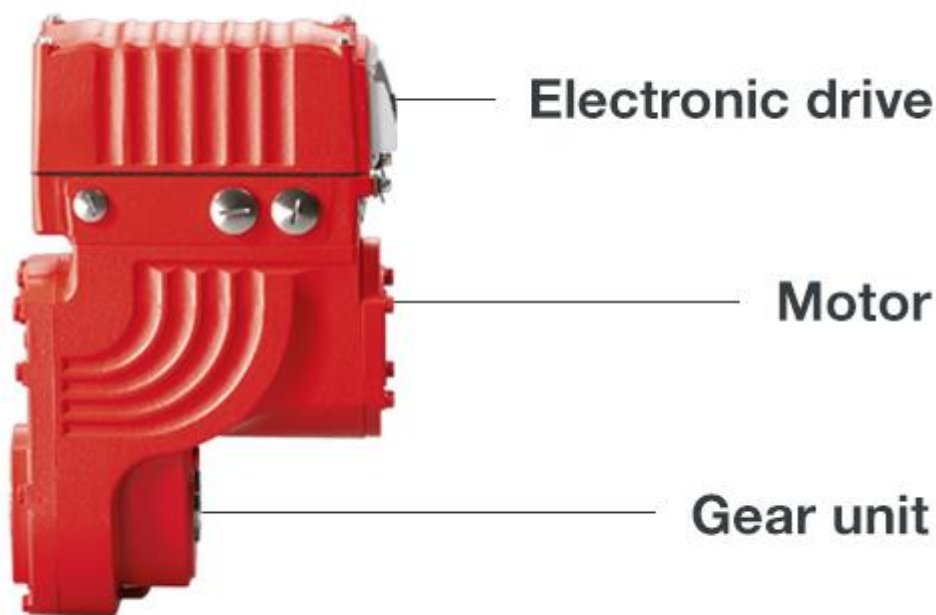
SEW-Eurodrive Oy on tehnyt kaksi erilaista ehdotusta kuljetinosuuden modernisoinniseksi sekä energiatehokkuuden parantamiseksi. Työssä ei oteta tarkemmin kantaa toteutuksien hintaan laitetoimittajan pyynnöstä.

5.1 MOVIGEAR

5.1.1 Laitteisto

Tämä toteutus sisältää 19 kappaletta MOVIGEAR MGFAS2-DSM-DSC-B/ECR-käyttöä sekä kaksi DHF41B/OMC41B-T0/UOH21B -ohjausyksikköä. MOVIGEAR-käyttö koostuu kolmesta pääkomponentista:

- taajuusmuuttajasta
- sähkömoottorista
- vaihdelaatikosta.



Kuva 4. MOVIGEAR MGFAS2-DSM-DSCB/ECR –käyttö.

MOVIGEAR-käyttö on hyvin joustava, sillä sen sähkömoottorin nopeusalue on 1–2000 kierrosta minuutissa. Välityssuhde vaihdelaatikossa on 12,14, mikä tarkoittaa toisionopeuden säätöalueen olevan 0,08-164,7 kierrosta minuutissa. Toisiomomentti käytössä on 49 Nm. IP65-luokituksen omaavana se on pölytiivis ja suojattu vesisuihkulta (Liite 3). Laite on mahdollista saada myös korkeammalla IP-luokituksella varustettuna. [10.]

5.1.2 Hyödyt vanhaan toteutukseen verrattuna

MOVIGEAR-käytössä on erittäin monta hyvää asiaa nykyiseen toteutukseen verrattuna. Nykyisen käytön kokonaishyötysuhde on noin 0,43. MOVIGEAR –käytön vaihdelaatikon hyötysuhde on 0,95, mikä on selvästi suurin ero vanhan sekä uuden toteutuksen välillä. Vanhassa käytössä on kierukkavaihde, jonka hyötysuhteet ovat luokkaa 0,60-0,70. MOVIGEAR-käytön voimansiirto tapahtuu tappivaihteiston välityksellä ja se on tästä syystä paljon energiatehokkaampi vaihtoehto. Sähkömoottori uudessa toteutuksessa on luokituksestaan IE4 ja sen hyötysuhde on 0,863. Taajuusmuuttajan hyötysuhde on myös tässä 0,95. Kokonaishyötysuhde saadaan kun nämä kolme arvoa kerrotaan keskenään.

$$\eta_k = \eta_m * \eta_v * \eta_t \quad (3)$$

η_k = käytön kokonaishyötysuhde

η_m = sähkömoottorin hyötysuhde = 0,863

η_v = tappivaihteen hyötysuhde = 0,95

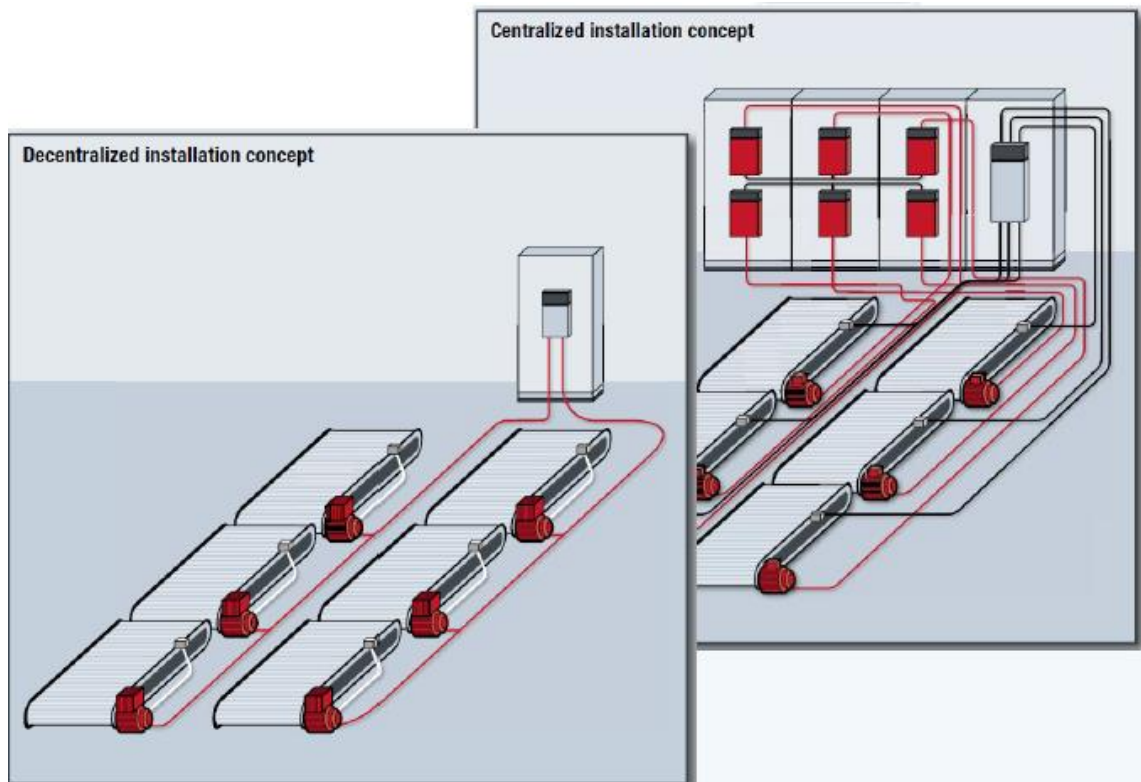
η_t = taajuusmuuttajan hyötysuhde = 0,95

Täten MOVIGEAR-käytön kokonaishyötysuhteeksi saadaan 0,78. Tässä on noin 35 % parempi kokonaishyötysuhde nykyiseen käyttöön verrattuna.

MOVIGEAR-käytössä on oma taajuusmuuttaja. Tämä mahdollistaa niin sanotun hajautetun asennuksen eli tämän ansiosta ei enää tarvitse keskittää suurta määrää taajuusmuuttajia samaan sähkökeskukseen, josta vedetään kaapeloinnit erikseen jokaiselle sähkömoottorille. Ohjauskortti voidaan asentaa sähkötilaan tai pieneen sähkökaappiin linjan vierelle, josta vedetään kaapeli ensimmäiselle käytölle. Ensimmäiseltä käytöltä yhdistetään kaapeli seuraavalle käytölle, sen jälkeen toiselta kolmannelle ja tätä toistetaan, kunnes kaikki samaan piiriin asennettavat käytöt on kytketty. Asennuksessa voidaan käyttää hybridikaapelia, jossa on tehon syöttö ja SBUS-väylä samassa kaapelissa.

Yhden MOVIGEAR-käytön läpi saa kulkea enintään 24 A:n virtaa. Tässä työssä käytettävän laitteen nimellisverkkovirta on 1,5 A, joten teoriassa samaan syöttöön voisi kytkeä 16 yksikköä. Tehtaan suositus on kuitenkin 10 käyttöä/piiri. Tässä työssä on päätetty

jakaa käytöt kahteen piiriin. Toiseen piiriin tulee 10 käyttöä ja toiseen piiriin 9 käyttöä. Hajautettu asennus säästää kustannuksissa, koska kaapelin tarve on huomattavasti vähäisempi kuin keskitetyssä asennuksessa ja tästä syystä myös asennusvaiheen työtuntien määrä vähenee. (Kuva 5).



Kuva 5. Hajautettu/- ja keskitetty asennus. [11.]

Elintarviketeollisuudessa hygienia on erittäin tärkeää. Korkean hygieniatason ylläpitämiseksi linjoja on pestävä päivittäin. Vettä ja pesuaineita käytetään paljon, joten on tärkeää, että moottorissa on IP65-luokitus. MOVIGEAR-käytön pinta on suunniteltu hygieniaa silmällä pitäen. Pinta on muotoiltu kaarevasti ja siihen on tehty loivia uurteita, jotta vesi ei jää makaamaan moottorin päälle, vaan se valuu pois (Kuva 4). Moottorissa ei ole tuuletinta eikä ulkonevia jäähdytysritilöitä, joten siinä ei ole minkäänlaisia koloja tai pintoja, joihin vesi jäisi pesun jäljiltä makaamaan ja voisi siten muutamissa päivissä aiheuttaa mikrobiologisen kasvuston. Lisäksi käyttö on erittäin äänetön, koska siinä ei ole melua tuottavaa tuuletinta.

5.1.3 Kustannukset

Kustannukset SEW-Eurodrive Oy:n tarjoamassa ensimmäisessä vaihtoehdossa koostuvat

- 19 MOVIGEAR-käytöstä
- kahdesta DHF41B/OMC41B-T0/UOH21B-ohjausyksiköstä
- kaapeleista
- asennustöistä.

Hajautettu asennus säästää kustannuksissa, koska kaapelia ei tarvitse viedä keskuksesta läheskään niin paljon kentälle kuin keskitetyssä asennusmallissa. Kun käytöt jaetaan kahteen piiriin, kaapelin tarve on noin 100 metriä. Kaapeli, jossa on tehonsyöttö ja SBUS-tiedonsiirto samassa, on hieman arvokkaampaa kuin normaali tehonsyöttökaapeli, mutta hintaero ei ole merkittävä. Asennuskustannuksiin on laskettu 2,5 työtuntia yhtä käyttöä kohden.

Tässä työssä on laskettu MOVIGEAR-toteutukselle kustannusarvio SEW-Eurodrive Oy:n antaman tarjouksen perusteella, mutta laitetoimittajan pyynnöstä työssä ei oteta kantaa tarjouksessa esitettyihin hintoihin. Kustannusarviot ja takaisinmaksuajat on kuitenkin käyty läpi työn tilaajan kanssa.

5.2 Kierukkavaihdemoottori ja taajuusmuuttaja

5.2.1 Laitteisto

Toisen toteutusvaihtoehdon laitteisto koostuu 19 kappaleesta SF57 DRN80M4/TF/C -kierukkavaihdemoottoreita (Kuva 6) ja näitä ohjaavista 19 kappaleesta MC07B0008-5A3-4-00 -taajuusmuuttajia. Kierukkavaihdemoottori koostuu kahdesta komponentista:

- sähkömoottorista
- vaihdelaatikosta.



Kuva 6. SEW-kierukkavaihdemoottori.

Kierukkavaihdemoottorit ovat kaikki nimellisteholtaan 0,75 kW. Kuten nykyisessä toteutuksessa, myös tässä tarvitaan vaihteistoja viidellä eri välityksellä. Toisionopeudet viidellä eri vaihteistolla tulee olla

- 42 rpm
- 60 rpm
- 62 rpm
- 116 rpm
- 158 rpm.

Kierukkavaihdemoottori tuottaa toisiomomentiksi 42 Nm. Sähkömoottori kuuluu hyötusuhteluokkaan IE3 (Liite 5).

5.2.2 Hyödyt vanhaan toteutukseen verrattuna

Vanhassa toteutuksessa seitsemän käyttöä toimii kontaktori-ohjattuna. Uudessa toteutuksessa kaikki ohjaukset tultaisiin toteuttamaan taajuusmuuttajilla, joten tämä ratkaisu toisi energiansäästöä ja ohjattavuutta myös näille seitsemälle käytölle, joita aiemmin ei ole voitu säätää.

Sähkömoottori on IE3-hyötysuhdeluokituksestaan ja tämä tarkoittaa 50 %:n teholla 0,807 hyötysuhdetta, joka on merkittävä ero verrattuna vanhaan IE1-luokan moottoriin. 100 %:n nimellisteholla moottori ylittää jopa 0,829 hyötysuhteeseen. Uuden kierukkavaihteen hyötysuhde on 0,70 ja taajuusmuuttajan hyötysuhde noin 0,95. Kokonaishyötysuhde saadaan kertomalla nämä kolme arvoa keskenään.

$$\eta_k = \eta_{m50} * \eta_v * \eta_t \quad (4)$$

η_k = käytön kokonaishyötysuhde

η_{m50} = sähkömoottorin hyötysuhde 50 % teholla = 0,807

η_v = tappivaihteen hyötysuhde = 0,70

η_t = taajuusmuuttajan hyötysuhde = 0,95

Sijoittamalla arvot kaavaan SF57 DRN80M4/TF/C-kierukkavaihdemoottorin ja taajuusmuuttajan MC07B0008-5A3-4-00 kokonaishyötysuhteeksi saadaan 0,54. Tämä on 11 % parempi kokonaishyötysuhde kuin nykyisessä käytössä. Ero tulee paremman hyötysuhteen moottorista sekä vaihteistosta, jonka hyötysuhde on 5 % nykyistä parempi.

5.2.3 Kustannukset

Kustannukset SEW-Eurodrive Oy:n tarjoamassa toisessa vaihtoehdossa koostuvat

- 19 SF57 DRN80M4/TF/C-kierukkavaihdemoottorista
- 19 MC07B0008-5A3-4-00-taajuusmuuttajasta
- kaapeloinnista
- asennustöistä.

Tässä vaihtoehdossa taajuusmuuttajat asennettaisiin erilliseen sähköhuoneeseen (Liite 3) eli toteutettaisiin niin sanottu keskitetty asennus. Taajuusmuuttajien keskitetyn asennuksen on laskettu tuovan 8 % lisäkustannuksen tämän vaihtoehdon budjettiin. Keskitetyn asennuksen huono puoli on asennusvaiheessa vedettävän kaapelin suurempi määrä verrattuna MOVIGEAR-toteutukseen. Keskitetyssä asennuksessa kaapelia vedetään

useita satoja metrejä enemmän, koska jokaiselle taajuusmuuttajalle tulee oma tehonsyöttö sekä jokaiselta taajuusmuuttajalta lähtee erillinen tehonsyöttö ohjattavalle kierukkavaihdemoottorille. Turvakytinkaapeli on vedettävä vielä erikseen jokaiselle käytölle. Työssä on arvioitu tarvittavan 760 metriä moottorikaapelia ja saman verran turvakytinkaapelia. Vedettävän kaapelin määrästä johtuen työtunteja on laskettu 4 tuntia aina yhtä käyttöä kohden. Yhtenä lisäkustannuksena tähän vaihtoehtoon tulee 19 kpl turvakytimiä, MOVIGEAR-käytössä ne ovat integroituna.

Tässä työssä on laskettu kierukkavaihdemoottori-toteutuksen kustannusarvio SEW-Eurodrive Oy:n antaman tarjouksen perusteella, mutta laitetoimittajan pyynnöstä työssä ei oteta kantaa tarjouksessa esitettyihin hintoihin. Kustannusarviot ja takaisinmaksuajat on kuitenkin käyty läpi työn tilaajan kanssa.

6 Päätelmät ja pohdinnat

Työn yksi lähtökohdista oli se, että tuotantotehojen noston vuoksi moottoreita on jouduttu jatkuvasti käyttämään ylitaajuuksilla. Jo varhaisessa vaiheessa mittauksia suoritettaessa kuitenkin huomattiin, että pääosaa moottoreista käytettiin lähestulkoon nominaalitaajuuksilla, ainoastaan kahta poikkeamaa lukuun ottamatta. Nämä voidaan projektin toteutuksessa korjata valitsemalla oikeanlainen käyttö tarvittavalla toisionopeudella.

Linjan modernisoinnin tarve jatkossa kuitenkin säilyy, koska taajuusmuuttajat ja kierukkavaihteet ovat yli kaksikymmentä vuotta olleet käytössä parhaimmillaan 4 000 - 5 000 tuntia vuodessa, joten niiden toimintavarmuus ei ole enää samaa luokkaa kuin uusilla laitteilla. Tuotantolaitoksessa jokainen minuutti, jonka tuotanto on pysähdyksissä laiterikon takia, maksaa kohtuuttoman paljon. Danfoss VLT5000 -taajuusmuuttajien valmistaminen on lopetettu 2006 vuonna, joten kyseisiä laitteita ei voida myöskään enää ostaa ja varalaitteita ei ole enää varastossa.

Kuljetinosuudella on seitsemän kierukkavaihdemoottoria, joita tällä hetkellä ohjataan kontaktoreilla. Yritys haluaa saada nämä moottorit taajuusmuuttajilla ohjattaviksi, koska se mahdollistaisi moottoreiden energiatehokkaamman käytön. Kuljettimia on myös mahdollista käyttää paremmin tuotevirran puskurina pakkaajan ja lavaajan välillä, jos näiden

seitsemän käytön säätömahdollisuudet paranevat. Lisäksi kontaktoreilla ohjattavat käytöt ottavat seitsemänkertaisen määrän sähköenergiaa käynnistyessään, verrattuna taajuusmuuttajilla ohjattaviin moottoreihin.

EU-direktiivin 640/2009 mukaan vuoden 2017 alusta lähtien kaikkien käyttöönotettavien 0,75–375 kW sähkömoottoreiden tulee olla IE3-hyötysuhdeluokan moottoreita. Tämä on otettu huomioon tässä työssä eri vaihtoehtoja suunniteltaessa. MOVIGEAR-toteutuksen moottori kuuluu jopa IE4-hyötysuhdeluokkaan. Toisen toteutuksen kierukkavaihteen moottori kuuluu hyötysuhdeluokkaan IE3.

SEW-Eurodrive Oy tarjosi kahta eri vaihtoehtoa linjan modernisoimiseksi ja energiatehokkuuden parantamiseksi. Ensimmäinen vaihtoehto oli MOVIGEAR, joka oli myös SEW-Eurodrive Oy:n suositus. Toinen vaihtoehto eli erillisillä taajuusmuuttajilla ohjatut kierukkavaihdemoottorit otettiin vertailuun mukaan, jotta olisi helpompi hahmottaa toteutusten eroavaisuudet ja kustannuserot. Erillisillä taajuusmuuttajilla ohjatut vaihdemoottorit on muuten hyvin samanlainen toteutus kuin linjalla tällä hetkellä käytössä oleva, mutta uuden sähkömoottorin ja kierukkavaihteen hyötysuhde on tämänhetkistä mallia parempi. Lisäksi seitsemän kontaktori-ohjattua käyttöä tultaisiin päivittämään taajuusmuuttajilla ohjattaviksi.

Näitä kahta vaihtoehtoa vertailtaessa on hyvin selkeää, että MOVIGEAR-toteutus on parempi vaihtoehto linjan uudistamiseksi. MOVIGEAR on 0,78 hyötysuhteella huomattavasti parempi ratkaisu toisen vaihtoehdon 0,53 hyötysuhteeseen verrattuna. Molemmille toteutuksille laskettiin tarjousten, materiaalin ja työtuntien perusteella budjetti ja MOVIGEAR-projekti oli ainoastaan 10 % kalliimpi kokonaisuudessaan kuin kierukkavaihdetoteutus. Lisäksi MOVIGEAR-toteutuksen suunnittelu, asennus ja käyttöönotto on paljon vaivattomampaa kuin toisessa vaihtoehdossa. Jos linjaa halutaan tulevaisuudessa muokata ja optimoida vastaamaan erilaisia sen ajan tarpeita, onnistuu se MOVIGEAR:lla helposti ja kustannustehokkaasti.

Kierukkavaihte-toteutuksessa tarvitaan viidellä eri välityksellä toimivia käyttöjä, ja tämä aiheuttaa ylimääräisiä kustannuksia varaosien ylläpidolle. Tässä toteutuksessa tehtaalla täytyy olla varastossa vähintään yksi kappale jokaista eri toisionopeudella toimivaa käyttöä. MOVIGEAR on tästäkin näkökulmasta toimivampi ratkaisu, koska linjalla on ainoastaan yhdenlaisia käyttöjä ja ne optimoidaan vastaamaan jokaisen kuljettimen tarvetta.

Riittää, että varastossa on yksi varakäyttö ja näin se ei sido ylimääräistä rahaa varastoon.

Uusien laitteiden investoinneissa yritykselle on aina tärkeää, että kustannukset pysyisivät pieninä ja takaisinmaksuaika olisi mahdollisimman lyhyt. Laitehankinnoissa monesti unohdetaan ottaa huomioon laitteen elinkaaren aiheuttamat kustannukset. Tällaisia kuluja ovat esimerkiksi ylösajo, koulutus, varaosat ja sähköenergia (Kuva 7). Näistä kustannuksista on tehty eri laitevalmistajien puolesta hieman toisistaan poikkeavia laskelmia, mutta työssä käytetty SEW:n laskelma on mielestäni realistisin. Tämän mukaan kaikkien elinkaarikustannusten osuus on 80 % ja investointikustannus ainoastaan 20 % kaikista kustannuksista. Kilpailevan sähkömoottorivalmistajan laskelmien mukaan 97 % laitteen elinkaarikustannuksista koostuu sähköenergian kulutuksesta. Tämä pätee mahdollisesti isommilla sähkömoottoreilla, mutta 0,75 kW:n kokoisissa moottoreissa nämä laskelmat eivät pidä paikkansa.



Kuva 7. Elinkaarikustannukset investointiin verrattuna. [11.]

Työssä mitattiin taajuusmuuttajan ottama teho, joka oli keskiarvoltaan 0,35 kW/käyttö. Nykyisten käyttöjen kokonaishyötysuhde on noin 0,43. Tämä tarkoittaa, että kuljettimelle tarvittava teho on 0,15 kW. MOVIGEAR-toteutuksen hyötysuhde on puolestaan 0,78. Tästä laskemalla MOVIGEAR-toteutuksen taajuusmuuttajalle syötettävän tehon tarve on 0,193 kW. Sähköenergian säästö on siis 0,157 kW/käyttö/h. Koska linjalla on 19 käyttöä,

joiden tuotantoaika vuodessa on 2 500 h, saadaan laskemalla energian osalta vuosisäästöiksi 7 460 kWh. Sähkön hinnan ollessa 6 senttiä/kWh euromääräiseksi säästöksi kertyy 448 euroa. 19 käytölle jaettuna säästö on 23,50 euroa/vuosi. Pelkän sähköenergian säästön kannalta takaisinmaksuaika olisi liian pitkä verrattuna investoinnin suuruuteen. Toisaalta säästö on lähestulkoon 45 %, mutta kyse on niin pienestä kulutuksesta, että euromääräisesti tulos jää melko pieneksi.

Työn lopputulos on hyvin selkeä. Yrityksellä on tarve modernisoida kuljetinosuus toimintavarmuuden ylläpitämiseksi ja työn tuloksien perusteella MOVIGEAR –toteutus on oikea vaihtoehto. Opinnäytetyön johtopäätökset on välitetty yritykselle, joten jatkossa jää yrityksen päätettäväksi, missä vaiheessa kuljetinosuuden modernisointi toteutetaan.

Lähteet

- 1 Sinebrychoffin esittely. Verkkodokumentti. Oy Sinebrychoff Ab. <<http://www.sinebrychoff.fi/Pages/default.aspx>> Luettu 13.3.2016.
- 2 Sinebrychoffin ja Carlsbergin esittely. Verkkodokumentti. Oy Sinebrychoff Ab. <http://fi.carlsberggroup.net/Pages/default.aspx> Viitattu 13.3.2016.
- 3 Valtanen, Pasi. Myynti-insinööri. SEW-Eurodrive Oy. Keskustelu 8.2.2016.
- 4 Nurmikari Esko. Development Manager. SEW-Eurodrive Oy. Keskustelu 15.3.2016.
- 5 Valtanen, Pasi. Aluemyyntipäällikkö. SEW-Eurodrive Oy. Keskustelu 15.3.2016.
- 6 Kansainvälinen sähköalan standardointijärjestö. Verkkodokumentti. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. http://www.sfs.fi/standardien_laadinta/mita_standardisointi_on/standardisoinnin_maailmankartta/kansainvalinen_standardisointi Luettu 24.3.2016.
- 7 Technical note. Verkkodokumentti. ABB Oy. [http://www04.abb.com/global/seitp/seitp202.nsf/c71c66c1f02e6575c125711f004660e6/20a5783a8b31d05748257c140019cc05/\\$FILE/TM025+EN+RevC+01-2012_IEC60034-30.low-res.pdf](http://www04.abb.com/global/seitp/seitp202.nsf/c71c66c1f02e6575c125711f004660e6/20a5783a8b31d05748257c140019cc05/$FILE/TM025+EN+RevC+01-2012_IEC60034-30.low-res.pdf) Luettu 24.3.2016.
- 8 Moottorien uusi hyötysuhdeluokitus. Verkkodokumentti. VEM Motors Finland Oy. <http://www.vem.fi/toimialaratkaisut/energiatehokkuus/moottorien-uusi-hyotysuhdeluokitus> Luettu 24.3.2016.
- 9 Moottoreiden hyötysuhteet. Verkkodokumentti. Jarno Kinnunen. ABB Oy. http://www.lut.fi/documents/10633/333534/Moottoreiden+Hy%C3%B6tysuhteet_yleinen_Jarno_Kinnunen.pdf/1f7fb3af-2475-4b2d-98bf-af4d1580d4dc/ Luettu 24.3.2016.
- 10 Harsia Pirkko. IP-luokitus. Verkkodokumentti. Virtuaali ammattikorkeakoulu. <http://www2.amk.fi/digma.fi/www.amk.fi/opintojak-sot/030503/1133959973706/1133960605288/1133961558641/1133961579677.html> Viitattu 18.4.2016.
- 11 MOVIGEAR elintarviketeollisuudessa. Esko Nurmikari. Development Manager. SEW-Eurodrive Oy. Luettu 19.4.2016.

Nykyisten käyttöjen perustiedot

Moottoreiden positiot, mitatut taajuudet, mitatut virrat sekä tyyppikilpien tiedot.

	Positio	Taajusmuuttaja	Taajuus	Virta
A	K131/TK50-M1	Ei	50	1,18
B	K131/TK52-M1	Ei	50	1,62
C	K131/TK51-M1	Ei	50	1,19
D	K131/TK53-M1	Ei	50	1,21
E	K131/TK54-M1	Ei	50	1,2
F	K131/TK55-M1	Ei	50	1,28
G	K131/TK56-M1	Ei	50	1,21
H	K131/TK57-M1	Kyllä	50,5	1,17
I	K131/TK58-M1	Kyllä	51,5	1,18
J	K131/3KD	Kyllä	56,5	0,98
K	K131/TK60-M1	Kyllä	62,7	0,84
L	K131/TK61-M1	Kyllä	51	1,17
M	K131/TK62-M1	Kyllä	51	1,17
N	K131/TK64-M1	Kyllä	51	1,14
O	K131/TK65-M1	Kyllä	50,7	1,15
P	K131/TK66-M1	Kyllä	50,6	1,15
Q	K131/TK67-M1	Kyllä	50,7	1,17
R	K131/TK68-M1	Kyllä	55,5	0,96
S	K131/1KD-M01	Kyllä	84	0,62

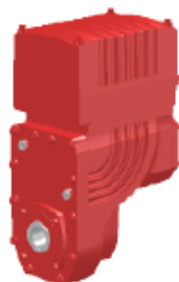
Moottoreiden tyyppikilpien tiedot.

	Tyyppi	r/min	kW	V	A	cosφ
A	SF52 DT80N-4TF/C	1380/158	0,75	400	2,1	0,73
B	S57/A	1400/60	0,75	400	2,1	0,73
C	SF52 DT80N-4TF/C	1380/116	0,75	400	2,1	0,73
D	SF52 DT80N-4TF/C	1380/116	0,75	400	2,1	0,73
E	SF52 DT80N-4TF/C	1380/116	0,75	400	2,1	0,73
F	S52 DT80N-4BMG/HF/TF/C	1380/62	0,75	400	2,1	0,73
G	SF52 DT80N-4TF/C	1380/116	0,75	400	2,1	0,73
H	SF52 DT80N-4TF/C	1380/62	0,75	400	2,1	0,73
I	S52 DT80N-4BMG/HF/TF/C	1380/62	0,75	400	2,1	0,73
J	SF52 DT80N-4TF/C	1380/158	0,75	400	2,1	0,73
K	SF52 DT80N-4TF/C	1380/116	0,75	400	2,1	0,73
L	SF52 DT80N-4TF/C	1380/116	0,75	400	2,1	0,73
M	SF52 DT80N-4TF/C	1380/116	0,75	400	2,1	0,73
N	SF52 DT80N-4TF/C	1380/116	0,75	400	2,1	0,73
O	SF52 DT80N-4TF/C	1380/116	0,75	400	2,1	0,73
P	SF52 DT80N-4TF/C	1380/116	0,75	400	2,1	0,73
Q	S52 DT80N-4BMG/HF/TF/C	1380/62	0,75	400	2,1	0,73
R	SF52 DT80N-4TF/C	1380/116	0,75	400	2,1	0,73
S	SA47/T DT80K4	1360/42	0,55	400	1,75	0,72

MOVIGEAR MGFAS2-DSM-DSC-B/ECR

Tekniset tiedot.

MOVIGEAR
MGFAS2-DSM-DSC-B/ECR



Huom:

Väri ja tekninen erittely voivat poiketa kuvan tuotteesta. Tekninen erittely: kts. alla olevat tiedot.



maalaus	: 51870310
säätöalue	: laajennettu
nopeusalue	: 1/2000
toisionopeus [rpm]	: 0.08-164.7
toisiomomentti [Nm]	: 49
kiihdytysmomentti [Nm]	: 184
välityssuhde	: 12,14
asennustapa	: M1
akselin malli	: Hollow shaft with key connection
akselin geometria [mm]	: 30 mm
momenttituki	: ilman
voiteluaine	: CLP HC 220 synth.Oil
öljymäärä [l]	: 0,63
kommunikointi	: DSC, Direct S-Bus Communication
syöttötaajuus [Hz]	: 50-60 +/- 5%
syöttöjännite [V]	: 3x380-500 -5% / +10%
virta [A]	: 1.52
cos phi	: 0,99
liityntä	: Cable glands
liityntä asento	: asento 2+3
toiminnallinen turvallisuus	: STO - Safe Torque Off
eristysluokka	: 155(F)
hyötysuhdeluokka	: IE4
hyötysuhde(100% Pn) [%]	: 86,3
suojausluokka [IP]	: 65
ympäristön lämpötila MIN [°C]	: -20
ympäristön lämpötila MAX [°C]	: +40
DIP-kytkin asettelu	: 0000 0001
(S2/4) Addressing mode	: Mode 2
dokumentaation kieli / lkm.	: saksa / 1
dokumentointi nro A	: 19374402 20254148
turvallisuusohjeet	: 11585404
tyyppikilpi	: englanti
tullinimike	: 85015220
nettopaino [KG]	: n. 15/KPL 15/Pos.

Taajuusmuuttaja MC07B0008-5A3-4-00

Tekniset tiedot.

Taajuusmuuttaja/optiot
MC07B0008-5A3-4-00



Huom:

Väri ja tekninen erittely voivat poiketa kuvan tuotteesta. Tekninen erittely: kts. alla olevat tiedot.



taajuusmuuttaja	: 08285187
rakennekoko	: 0S
malli	: Standard version
integroitu verkkosuodatin	: Category C2
jännite [V]	: 3x380-500
virta [A]	: 2.20
syöttötaajuus [Hz]	: 50-60 +/- 5%
teho [kW]	: 0,75
nimellisteho [HP]	: 1,00
lähtöjännite [V]	: 3 x 0-V mains
ulostulo nimellisvirta [A]	: 2,40
Speed range [1/min]	: 0-5500
jatkuva kuomitus [kW]	: 0.75
neliöllinen kuomitus [kW]	: 1.1
ympäristön lämpötila MIN [°C]	: -10
ympäristön lämpötila MAX [°C]	: +50
suojausluokka [IP]	: 20
ohjelmointipaneeli	: FBG11B, part number 18206352 Enclosure IP20
digitaalinen dokument./määrä	: Digital communication on DVD / 1
painetun dokumentaatio/laajuus	: suppea painettu dokumentaatio
dokumentaation kieli / lkm.	: suomi / 1
dokumentointi nro A	: 20153465

Kierukkavaihdemoottori SF57 DRN80M4/TF/C

Tekniset tiedot.

Kierukkavaihdemoottori
SF57 DRN80M4/TF/C

Huom:

Seuraavan position tuotteesta ei ollut mahdollista luoda kuvaa.



nopeus [r/min]	: 1440 / 156
kokonaisväilyssuhde [i]	: 9,23 / päättävä
hammasluvut	: 369/40
Ma max [Nm]	: 169
Toisiomomentti [Nm]	: 42
Käyttökerroin SEW-FB	: 4,10
asennusasento	: M4A
kyt.kot as [°]/ kaapelivienti	: 0 (R) / normaali
voiteluaine/määrä [l]	: CLP 680 mineraaliöljy / 1,55
maalaus	: Top coat RAL7031 (blue grey)
toisioakselin pää	: 30x60mm
rakenne	: laippakiinnitys
laippa	: 200 mm
toisioakselin tiivistys	: 2 akselitiivistettä
dokumentointi nro A	: 21932891
varaosaluettelo	: 022601296
moottoriteho [kW]	: 0,75
moott. taajuus [Hz]	: 50
kytkentäaika S1-S10	: S1
moottorijännite [V] /kytkentä	: 230/400 kolmio/tähti
nimellisvirta [A]	: 3,05 / 1,75
cos phi	: 0,74
kytkentäkuva	: R13T / 681510306
erist.luokka[°C]kotelointi[IP]	: 155(F) / 55
hyötysuhdeluokka	: IE3
hyötysuhde	
50/75/100% Pn [%]	: 80,7 / 82,9 / 82,9
CE merkki	: kyllä
tuuletinkotelo	: 005
moottorin suojaus	: TF = PTC
kytkentäkotelo	: kytkentäkotelon alaosa alumiinia, kierrereiät 1xM25, 1xM16
dokumentointi nro A	: 21927308
tyyppikilpi	: englanti
arvokilven paikka	: 270°
arvokilven kieli (setti 2)	: englanti
arvokilven paikka setti 2	: kiinnitetty vaihteeseen
käyttöohjeen kieli / lkm.	: suomi
tullinimike	: 85015100
nettopaino [KG]	: n. 31/KPL 31/Pos.

Compact controller DHF41B/OMC41B-T0/UOH21B

Tekniset tiedot.

Compact controller
DHF41B/OMC41B-T0/UOH21B

Huom:

Seuraavan position tuotteesta ei ollut mahdollista luoda kuvaa.



MOVI-PLC -ohjain

: MOVI-PLC advanced
8 binääri inputtia/outputtia
SD-muistikorttipaikka
Liitännät:
Profibus SI, DP-V1, DeviceNet SI,
2x Ethernet, 2x CAN, USB, 2x RS485

muistikortti

: OMC41B-T0, part no. 18228763
SD memory card 128MB for CCU operation
Technology version T0

syöttöjännite [V]

: 24

syöttövirta [A]

: 0,75

ympäristön lämpötila MIN [°C]

: -10

ympäristön lämpötila MAX [°C]

: +60

suojausluokka [IP]

: 20

digitaalinen dokument./määrä

: Digital communication on DVD / 1

painetun dokumentaatio/laajuus

: suppea painettu dokumentaatio

dokumentaation kieli / lkm.

: suomi / 1

dokumentointi nro A

: [16623339](#)

tullinimike

: 85049099

nettopaino [KG]

: n. 1,0/KPL 1,0/Pos.